Offer of funded post-Doctoral positions in Mechanical/Aerospace Engineering
Multi-scale Aerodynamic Modelling of Helicopters/UAVs in Urban Environments

About the project

CAE Inc., a manufacturer of simulation technologies and training services to airlines, aircraft manufacturers, healthcare specialists, and defence customers, *Presagis,* a provider of commercial off-the-shelf (COTS) modeling, simulation, and embedded display graphics software for the aerospace, defense, and automotive industries and *Concordia University* (CU) have joined forces with *Polytechnique Montréal* in a 3-year project funded by PARTENAR-IA, CRIAQ and NSERC to develop solutions aimed at increasing the capacity of flight simulation environments for urban air mobility through the coupling of rotorcraft models, such as for helicopters or unmanned aerial vehicles (UAVs), and urban city aerodynamic models. The project will investigate novel Computational Fluid Dynamics (CF), Machine Learning (ML) and Artificial Intelligence (AI) models specifically tailored for the problem at hand, leading to so-called 'physics-based ML/AI models'. The project involves knowledge or interest in Computational Fluid Dynamics (CFD) algorithms, urban scale modeling (including mesh generation over entire city scales), CPU/GPU high-performance computing and, for all major steps of the digital workflow, ML/AI algorithms.

Along with three professors and several industrial partners, the students will be part of an integrated and diversified team of three PhD students, two MSc students and one post-doctoral fellow whose respective projects will cover various aspects such as improving Vertical Take-Off and Landing (VTOL) aerodynamics and flight simulation models and an urban aerodynamics model and developing of AI/ML models with acceptable accuracy to provide near-real time predictions of the CFD models.

Specifically, Polytechnique Montréal has openings for 1 MSc, 2 PhD and one post-doctoral funded positions. We apply equity, diversity and inclusion best practices and thus encourage applications from diverse backgrounds.

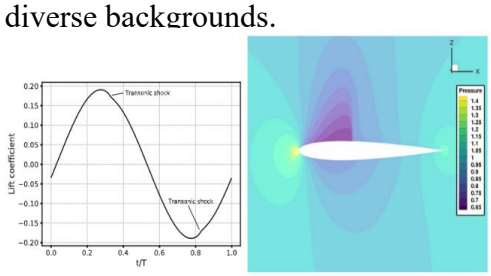

Figure 1: Lift coefficient prediction using the Vortex Lattice method (credit: Parenteau & Laurendeau, 2021)

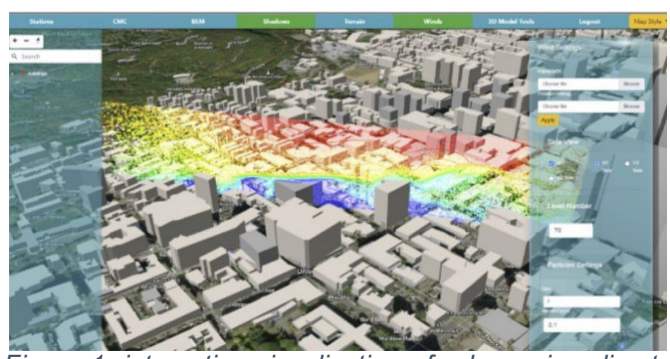

Figure 1: interactive visualization of urban microclimate simulation from the CityFFD engine (credit: Mortezazadeh et al., 2022)

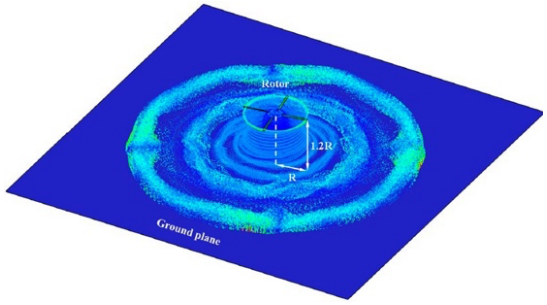

Figure 1: Vectorial circulation colored by the eddy viscosity of wake particles from the S76 rotor rotating (credit: Proulx-Cabana et al. 2022).

Post-Doc description: The post-doctoral student would interact with the entire team developing integrated models. The student would help graduate students achieve their research objectives and would participate in technology transfer activities in between the partners. The student would validate the integrated tools with cases studies as well as participate in the industrial evaluation of the software. The project would be in rotation between the department of mechanical engineering of Polytechnique Montreal under the supervision of Prof. Eric Laurendeau, Prof. David Vidal as well as within the department of Building, Civil, and Environmental Engineering of Concordia University under the supervision of Prof. Liangzhu (Leon) Wang. In addition, portions of the work would be within the industrial partners offices mentioned.
At Polytechnique Montréal, the student would help develop Non-Linear Vortex Lattice/Vortex Particle Methods towards rotorcraft and link the Non-Linear Reynolds-Averaged Navier-Stokes database to the integrated aerodynamic model using Artificial Intelligence best practices. The student would work with 1 MSc and 2 PhD graduate students.
At Concordia University, the student would integrate the rotorcraft model within the City-FFD urban flow modeling software. The student would work with 1 MSc and 1 PhD graduate students.
At CAE/Presagis, the student would integrate the coupled software into commercial platforms.

Skills and Training required
The desired candidate should hold a PhD. degree in any relevant science/engineering fields with demonstrated interests towards computational fluid mechanics, aerodynamics, urban city flows and Machine Learning/Artificial Intelligence. The required technical skills are in the area of numerical analysis, programming best practices (C, C++, Fortran), High-Performance Computing (OPEN-MP, MPI, CPU/GPU), ML/AI workflows. The selected candidate should also be autonomous, dynamic and creative, with excellent teamwork and communication skills.

Application
The applicant interested in joining the project should send the following information: a letter of motivation; a curriculum vitae; all relevant academic transcripts; an example of technical writing of which she/he is the principal author (e.g. article, report), to: eric.laurendeau@polymtl.ca with "AI-CFD project application – Post-Doc" as a subject header.
With the goal of beginning the project as soon as possible and at the latest for the summer 2023 semester, applications will be evaluated as they are received, and the offer will end as soon as a qualified candidates are identified. Only selected candidates will be contacted.

About Polytechnique Montréal
Founded in 1873, Polytechnique Montréal today welcomes close to 10,000 students and relies on the expertise of nearly 1,600 people with diverse skills. Polytechnique promotes excellence and creativity. Located on Mont-Royal, an exceptional site in the heart of Montreal, Polytechnique is a French-speaking internationally renowned engineering university. For students not familiar with the French language, graduate studies can be performed in English while students are encouraged to learn French by enrolling in French classes. Polytechnique Montréal is renowned for its multidisciplinary and multisectoral research, which is at the forefront of the local, national and international scenes, and for the high quality of the training offered at all levels. Polytechnique applies an equal employment opportunity program and particularly encourages women, members of visible and ethnic minorities, Aboriginals and disabled persons to apply.

Offre de postes financés M.Sc., Ph.D. et post-doctorat en génie mécanique et aérospatial
Modélisation aérodynamique multi-échelle des hélicoptères/UAV en milieu urbain

À propos du projet

CAE Inc, fabricant de technologies de simulation et de services de formation destinés aux compagnies aériennes, aux avionneurs, aux spécialistes de la santé et aux clients du secteur de la défense, Presagis, fournisseur de logiciels commerciaux de modélisation, de simulation et de graphiques d'affichage embarqués pour les secteurs de l'aérospatiale, de la défense et de l'automobile, et l'Université Concordia (CU) se sont associées à Polytechnique Montréal (PM) dans un projet de trois ans financé par PARTENAR-IA, le CRIAQ et le CRSNG pour développer des solutions visant à augmenter la capacité des environnements de simulation de vol pour la mobilité aérienne urbaine par le couplage de modèles d'aéronefs, comme pour les hélicoptères ou les véhicules aériens sans pilote (UAV), et de modèles aérodynamiques de villes urbaines. Le projet étudiera de nouveaux modèles de dynamique des fluides numérique (CFD), d'apprentissage automatique (ML) et d'intelligence artificielle (AI) spécifiquement adaptés au problème à résoudre, pour aboutir à ce que l'on appelle des "modèles ML/AI basés sur la physique". Le projet implique des connaissances ou un intérêt pour les algorithmes de dynamique des fluides numérique (CFD), la modélisation à l'échelle urbaine (y compris la génération de maillages à l'échelle de villes entières), le calcul haute performance CPU/GPU et, pour toutes les étapes majeures du flux de travail numérique, les algorithmes ML/AI.

Aux côtés de trois professeurs et de plusieurs partenaires industriels, les étudiant.e.s feront parti.e.s d'une équipe intégrée et diversifiée composée de trois étudiant.e.s au doctorat, de deux à la maîtrise et d'un.e stagiaire postdoctoral.e dont les projets respectifs couvriront divers aspects tels que l'amélioration des modèles d'aérodynamique et de simulation de vol à décollage et atterrissage verticaux (VTOL) et d'un modèle d'aérodynamique urbaine, ainsi que le développement de modèles IA/ML d'une précision acceptable pour fournir des prédictions en temps quasi réel des modèles CFD.

Plus précisément, Polytechnique Montréal a des ouvertures pour 1 MSc, 2 PhD et un poste post-doctoral financés. Nous appliquons les meilleures pratiques en matière d'équité, de diversité et d'inclusion et encourageons donc les candidatures provenant de divers milieux.

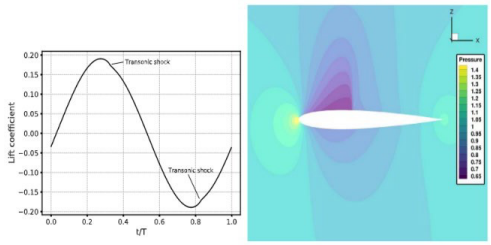

Figure 1: Lift coefficient prediction using the Vortex Lattice method (credit: Parenteau & Laurendeau, 2021)

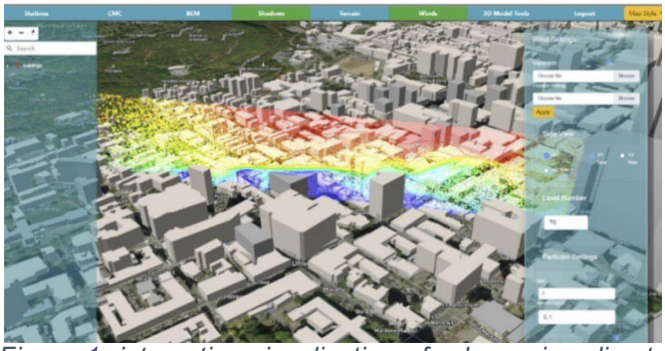

Figure 1: interactive visualization of urban microclimate simulation from the CityFFD engine (credit: Mortezazadeh et al., 2022)

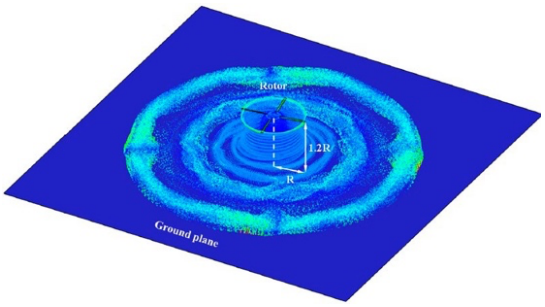

Figure 1: Vectorial circulation colored by the eddy viscosity of wake particles from the S76 rotor rotating (credit: Proulx-Cabana et al. 2022).

Post-Doc #1: L'étudiant.e post-doctoral.e interagira avec l'ensemble de l'équipe pour développer des modèles intégrés et aidera les étudiants diplômés à atteindre leurs objectifs de recherche et participera aux activités de transfert de technologie entre les partenaires. L'étudiant.e validera les outils intégrés à l'aide d'études de cas et participera à l'évaluation industrielle du logiciel. Le projet sera réalisé en rotation entre le département de génie mécanique de Polytechnique Montréal sous la supervision des professeurs Eric Laurendeau et David Vidal, et le département de génie du bâtiment, civil et environnemental de l'Université Concordia sous la supervision du professeur Liangzhu (Leon) Wang. De plus, une partie du travail se fera dans les bureaux des partenaires industriels mentionnés.
À Polytechnique Montréal, l'étudiant.e aidera à développer des méthodes de treillis de vortex non linéaires/particules de vortex et reliera la base de données Navier-Stokes non linéaires avec moyenne de Reynolds au modèle aérodynamique intégré en utilisant les meilleures pratiques de l'intelligence artificielle. L'étudiant.e travaillera avec un étudiant.e à la maîtrise et deux étudiant.e.s au doctorat. À l'Université Concordia, l'étudiant.e intégrera le modèle d'aéronefs dans le logiciel de modélisation des flux urbains City-FFD. L'étudiant.e travaillera avec un.e étudiant.e de maîtrise et un.e étudiant.e de doctorat. À CAE/Presagis, l'étudiant.e intégrera le logiciel couplé dans des plateformes commerciales.

Compétences et formation requises
La/le candidat.e recherché.e doit être titulaire d'un baccalauréat, d'une maîtrise ou d'un doctorat dans un domaine scientifique ou technique pertinent, avec un intérêt manifeste pour la mécanique des fluides computationnelle, l'aérodynamique et l'apprentissage automatique/l'intelligence artificielle. Les compétences techniques requises sont dans le domaine de l'analyse numérique, des meilleures pratiques de programmation (C, C++, Fortran), du calcul à haute performance (OPEN-MP, MPI, CPU/GPU), des flux de travail ML/AI. La/le candidat.e sélectionné.e doit également être autonome, dynamique et créatif/ve, et posséder des capacités de travail en équipe et de communication.

Application
La/le candidat.e intéressé.e par le projet doit envoyer les informations suivantes : une lettre de motivation, un curriculum vitae, tous les relevés de notes pertinents, un exemple de rédaction technique dont il est l'auteur principal (par exemple, un article, un rapport), à l'adresse suivante: eric.laurendeau@polymtl.ca avec comme sujet "Application au projet AI-CFD - Post-Doc".
Dans le but de commencer le projet le plus tôt possible et au plus tard pour le semestre d'été 2023, les candidatures seront évaluées au fur et à mesure de leur réception, et l'offre prendra fin dès qu'un.e candidat.e qualifié sera identifié. Seuls les candidat.e.s sélectionné.e.s seront contacté.e.s.

À propos de Polytechnique Montréal
Fondée en 1873, Polytechnique Montréal accueille aujourd'hui près de 10 000 étudiant.e.s et s'appuie sur l'expertise de près de 1 600 personnes aux compétences variées. Polytechnique favorise l'excellence et la créativité. Située sur le Mont-Royal, un site exceptionnel au cœur de Montréal, Polytechnique est une université francophone d'ingénierie de renommée internationale. Pour les étudiant.e.s qui ne sont pas familiers avec la langue française, les études supérieures peuvent être effectuées en anglais tandis que les étudiant.e.s sont encouragé.e.s à apprendre le français en s'inscrivant à des cours de français. Polytechnique Montréal est reconnue pour ses recherches multidisciplinaires et multisectorielles, qui sont à l'avant-garde sur les scènes locale, nationale et internationale, et pour la grande qualité de la formation offerte à tous les niveaux. Polytechnique applique un programme d'accès à l'égalité en emploi et encourage particulièrement les femmes, les membres des minorités visibles et ethniques, les Autochtones et les personnes handicapées à poser leurs candidatures.